

29 JAN 2004

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



RECEIVED	
10 FEB 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 56 506.6

Anmeldetag: 04. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Barco Control Rooms GmbH,
Karlsruhe, Baden/DE

Bezeichnung: Optimierung der Ausleuchtung eines
Projektionsapparates

IPC: G 03 B, H 04 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurke

SEC 108/00/DE

Anmelder: Barco Control Rooms GmbH
5 Karlsruhe, DE

Optimierung der Ausleuchtung eines Projektionsapparates

10

Die Erfindung betrifft die Optimierung der Ausleuchtung
des Bildgebers bei Projektionsapparaten. Projektions-
apparate dienen zum Projizieren eines Bildes auf einen
15 Projektionsschirm. Die Erfindung richtet sich auf Projek-
tionsapparate, die einen Bildgeber zum Darstellen des
Bildes in einem verkleinerten Maßstab, eine Beleuch-
tungseinheit mit einer Kondensoroptik bzw. einem fokus-
sierenden Lampenreflektor (z.B. in elliptischer oder kom-
20 plexerer Form) zum Beleuchten des Bildgebers und eine ein-
Projektionsobjektiv umfassende Projektionseinrichtung zum
vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber dargestellten
Bildes auf den Projektionsschirm umfassen. In der Regel
ist der Bildgeber und/oder die Projektionseinrichtung zum
25 Einstellen der Lage des projizierten Bildes auf dem
Projektionsschirm in einer mit Justageelementen ein-
stellbaren Position in oder an dem Projektionsapparat
befestigt.

30 Man unterscheidet zwischen Auflicht- und Rückprojektions-
apparaten. Ein Unterschied zwischen Auflichtprojektoren
und Rückprojektionssystemen besteht darin, daß in Rück-
projektionsapparaten zumeist weitere optische Elemente
wie Umlenkspiegel und Projektionsschirme enthalten sind,
35 die in Auflichtprojektoren nicht verwendet werden.

Sowohl Auflicht- als auch Rückprojektionsapparate dienen zum Anzeigen eines Bildes auf einem großflächigen Projektionsschirm. Der Bildgeber kann dabei ein Durchlicht-
5 Bildgeber sein, also ein Bildgeber, der transmissiv von einer Beleuchtungseinheit zum Beleuchten des Bildgebers durchleuchtet wird, oder ein reflektierender Bildgeber, der von der Beleuchtungseinheit beleuchtet wird. Nach dem Stand der Technik werden beispielsweise Durchlicht-Flüssigkristall-Bildgeber oder auch reflektive Polysilicium-
10 oder Flüssigkristall-Bildgeber oder DMDs (Trademark of Texas Instruments Inc., Digital-Micromirror-Device) verwendet.

15 Eine Beleuchtungseinheit zum Beleuchten des Bildgebers bzw. Durchleuchten des Durchlicht-Bildgebers umfaßt in der Regel eine Lichtquelle, einen Reflektor und eine Kondensoroptik mit einer oder mehreren Kondensorlinsen zum Ausleuchten des Bildgebers. Ferner können zusätzlich
20 Lichtdurchmischungseinrichtungen und weitere abbildende optische Elemente, beispielsweise zum optimalen Ausleuchten eines rechteckigen Bildformates, vorgesehen sein. Auch kann auf die Kondensoroptik bei Verwendung eines fokussierenden, z.B. elliptischen Lampenreflektors verzichtet werden. Die Projektionseinrichtung bzw. die
25 Beleuchtungseinheit ist entweder in den Projektionsapparat integriert oder an diesem angesetzt. Ein Projektionsapparat ist somit eine abgeschlossene, vollständige Einheit zum Darstellen eines Bildes, wobei in einem Rückprojektionsapparat ein Bildschirm zum Betrachten des Bildes
30 integriert ist.

Insbesondere Rückprojektionsmodule finden eine breite Anwendung in Fällen, in denen ein komplexes Bild, beispielsweise bestehend aus verschiedenen Video- oder Com-
35

puterbildern, großflächig angezeigt werden soll. Verbreitete Einsatzbereiche für solche Rückprojektionsapparate sind Bildwände, die von mehreren Personen gleichzeitig betrachtet werden. Insbesondere in der modernen Leit-
5 wartentechnik ist die Großbildrückprojektion verbreitet.

Wenn das angezeigte Bild bei gegebenen Qualitätsanforderungen eine bestimmte Größe und Komplexität überschreiten soll, ist dies nicht mehr mit einem einzigen Rückprojektionsmodul möglich. In solchen Fällen wird das Bild aus
10 Teilbildern, die jeweils von einem Rückprojektionsmodul angezeigt werden, zusammengesetzt. Das jeweils von einem Rückprojektionsmodul angezeigte Bild ist in diesem Fall ein Teilbild des von allen Rückprojektionsmodulen zusammen
15 angezeigten Gesamtbildes der Bildwand.

Nach dem Stand der Technik ist es möglich, eine große Anzahl von Rückprojektionsmodulen in einem modularen Aufbau einer Projektionsbildwand aneinanderzureihen und/oder
20 übereinander zu stapeln, um ein aus vielen einzelnen Teilbildern zusammengesetztes Großbild darzustellen. Die Anzahl der Rückprojektionsmodule, die zu einer Projektionsbildwand zusammengesetzt werden, beträgt bis zu 150 oder mehr.

25 Weitere Einzelheiten zu Rückprojektionsmodulen sind dem Dokument EP 0 756 720 B1 zu entnehmen, auf das hiermit bezug genommen wird.

30 An Projektionsgeräte, insbesondere an modular aus mehreren Projektionsgeräten aufgebaute Bildwände, werden in vielen Fällen hohe Anforderungen gestellt. Folgende Probleme sind dabei zu bewältigen.

Ein besonderes Problem besteht dabei in der Erzielung und
Einhaltung einer bestimmten und gleichmäßigen Helligkeit
des Bildes bzw. der Bilder. Die in den unterschiedlichen
Projektionsapparaten verwendeten Lampen, bei denen es
5 sich in vielen Fällen um Hochleistungslampen handelt,
haben eine unterschiedliche Grundhelligkeit und eine
unterschiedliche Lage des Lichtbogens. Beide Größen
ändern sich zudem über die Lebensdauer der Lampen in
einem für die jeweilige Lampe individuellen Alterungs-
10 prozeß. Dies erfordert einen wiederholten aufwendigen
Abgleich der einzelnen Projektionsgeräte, um - bei maxi-
mal möglicher Lichtausbeute - eine homogene Ausleuchtung
des projizierten Bildes und damit eine einheitliche Dar-
stellung auf einer Bildwand zu erzielen.

15 Insbesondere bei Projektionsapparaten, die ein Teilbild
eines Gesamtbildes projizieren, muß die Lage des von dem
Bildgeber erzeugten und mittels des Projektionsobjektivs
projizierten Bildes auf dem feststehenden Projektions-
20 schirm sehr genau justiert werden, damit das sich über
mehrere Teilbilder erstreckende Gesamtbild möglichst ver-
zeichnisfrei, nahtlos und stegfrei erscheint. Hierzu wird
nach dem Stand der Technik der Projektionsapparat mit
einem hochstabilen und in sich steifen Gerüst aufgebaut,
25 in das oder an dem ein ebenfalls mechanisch steifes Bil-
derzeugungsmodul ein- bzw. angesetzt wird, das die
Beleuchtungseinheit und die Projektionseinrichtung
umfaßt. Dabei werden Justageelemente vorgesehen, mittels
denen die Lage des Bilderzeugungsmoduls zum Einstellen
30 der Lage des projizierten Bildes relativ zu dem Gerüst
einstellbar ist.

Zur Erfüllung der erforderlichen hohen Präzision werden
nach dem Stand der Technik aufwendige und massive mecha-
35 nische Komponenten eingesetzt, um mechanisch stabile Kom-

ponenten zu schaffen und diese präzise justieren zu können. Es werden beispielsweise vielachsige Justageeinrichtungen oder Justagetische, beispielsweise optische Kreuztische, oder komplexe Einstellvorrichtungen wie z.B. gemäß dem Dokument DE 198 24 917 A1 vorgeschlagen.

Die bisher in der Praxis verwendeten Justageeinrichtungen haben ferner den Nachteil, daß das Einstellen der Lage des projizierten Bildes mit ihnen äußerst mühsam und langwierig ist, da beim Verstellen eines Justageelementes auch Bildlageveränderungen auftreten, die auch mit anderen Justageelementen erzielt werden können. Die einzelnen Justageelemente einer Justageeinrichtung sind also untereinander nicht rückwirkungsfrei, sondern beim Verstellen eines Justageelementes ist es erforderlich, einzelne oder mehrere andere Justageelemente ebenfalls nachzujustieren. In der Praxis bedeutet dies, daß in einem langwierigen Iterationsvorgang, der Stunden andauern kann, die Justageelemente wiederholt verstellt werden müssen, um die gewünschte Bildlage zu erreichen. Dies ist nicht nur bei der Erstjustage eines Projektionsapparates sehr aufwendig, sondern auch einem eventuellen Transport oder einer Wartungs- oder Reparaturmaßnahme.

Je kleiner der Bildgeber wird, desto kleiner könnte prinzipiell der Projektionsapparat aufgrund der Skalierungsgesetze optischer Aufbauten realisiert werden. Eine Verkleinerung des Projektionsapparates würde schließlich eine Vereinfachung der Justagemechanik und des Justageaufwandes ermöglichen. Nach dem derzeitigen Entwicklungstrend werden die Bildgeber immer kleiner, und es ist anzunehmen, daß die Entwicklung in dieser Richtung weitergeht. Diesem Trend steht gegenüber, daß die in Projektionseinrichtungen verwendeten Hochleistungslampen, bei denen es sich zumeist um Entladungslampen handelt, können

diesem Trend aber nicht folgen; insbesondere wegen ihrer hohen Betriebstemperatur können sie nicht wesentlich weiter verkleinert werden, ohne daß dabei die angestrebte Lebensdauer verloren geht.

5

Aus diesem Grund wird auch bei fortschreitender Miniaturisierung der Bildgeber bzw. der einen Bildgeber enthaltenden Projektionseinrichtung die Größe der zugehörigen Beleuchtungseinheit kaum abnehmen, so daß der hohe mechanische Aufwand der Justage des Projektionsapparates erhalten bleibt.

10

Zur Lösung dieser hohen technischen Anforderungen werden nach dem Stand der Technik verschiedene, aufwendige Methoden eingesetzt, die jedoch die genannten Probleme nicht vollständig lösen:

15

- Zum Erreichen einer optimalen Ausleuchtung des Bildgebers werden die Lampen in hohem Maße selektiert, um minimale, nicht weiter unterschreitbare Fertigungstoleranzen zu überwinden. Dies ist aufwendig und mit hohen Kosten verbunden.
- Während der Installation eines Projektionsapparates bzw. einer Bildwand und/oder in festen Serviceintervallen wird ein Helligkeits- und Homogenitätsabgleich durchgeführt. Dabei wird die Helligkeitsverteilung auf dem Bildschirm vermessen. Dies ist aufwendig und kostenintensiv, erfordert geschultes Personal und bedingt eine Unterbrechung des laufenden Betriebes. Zwischen den Serviceintervallen kann sich die Bildqualität verschlechtern.
- Die Berücksichtigung der auf Erfahrungswerten beruhenden mittleren Änderung des Lichtstromes während der Betriebsdauer. Die Abweichung einzelner Lampen von einer mittleren zeitabhängigen Lichtstromänderung sind

20

25

30

jedoch so groß, daß sie ohne individuelle Korrektur zu sichtbaren Bildartefakten führen.

- Eine Bestimmung des Lichtstromes durch eine Messung der Lampenleistung mittels elektrischer Messung von Lampenstrom und Lampenspannung. Aber nur ein kleiner Teil der verfügbaren Lampentreiber erlaubt eine derartige elektrische Messung. Darüber hinaus ist aufgrund der Änderung der Größe und Lage des Entladungsbogens die vom Projektor emittierte Lichtleistung nur in erster Näherung mit der Gesamtlichtleistung der Lampe korreliert. Der den Lichtbogen charakterisierende Abbrand der Lampenelektroden ist von Lampe zu Lampe derart unterschiedlich, daß die Annahme eines mittleren Abbrandes wenig sinnvoll ist.
- Eine manuelle Eingabe einer zu berücksichtigenden zeitabhängigen Lichtstrom- und Homogenitätsänderung durch die Benutzer. Dies erfordert jedoch eine entsprechende Schulung des Benutzers und die Aufschaltung spezieller Bildinhalte, wodurch der Dauerbetrieb gestört wird.
- Eine elektronische Kompensation durch Modifikation des Bildinhaltes. Damit geht aber eine nachteilige Verminderung des Kontrastes einher, und zudem ist keine Kompensation von Helligkeitsunterschieden bei dunklen Bildinhalten möglich.
- Die Wartung von Projektionsapparaten erfordert häufig, sie aus ihrem Einbauort oder Teile der Beleuchtungseinheit aus dem Projektionsapparat zu entnehmen. Dies hat, wie oben erläutert wurde, eine aufwendige Neujustage bei der Inbetriebnahme zur Folge.
- Bei Bildwänden erfolgt der Helligkeitsabgleich nach dem lichtschwächsten Projektionsapparat. Da die Helligkeit der einzelnen Projektionsapparate aufgrund der Lampentoleranzen bzgl. Gesamtlichtstrom und Entla-

dungsbogenlampe stark schwankt, ergeben sich so große Helligkeitsunterschiede zwischen dem hellsten und dunkelsten Element einer Bildwand. Der Abgleich führt also zwangsweise zu einer geringen Gesamtlichtausbeute.

Der Erfindung liegt unter Berücksichtigung dieses Standes der Technik die Aufgabe zugrunde, eine zufriedenstellenden Ausleuchtung des Bildgebers bei oben genannten Projektionsapparaten zu ermöglichen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Projektionsapparat mit den Merkmalen des beigefügten unabhängigen Vorrichtungsanspruch bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des beigefügten unabhängigen Verfahrensanspruch gelöst.

Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung mit zugehörigen Zeichnungen.

Ein erfindungsgemäßer Projektionsapparat zum Projizieren eines Bildes auf einen Projektionsschirm umfaßt also einen Bildgeber zum Darstellen des Bildes in einem verkleinerten Maßstab, eine Beleuchtungseinheit mit einer Lampe und einer Kondensoroptik bzw. einem fokussierenden Lampenreflektor zum Beleuchten des Bildgebers und eine ein Projektionsobjektiv umfassende Projektionseinrichtung zum vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber dargestellten Bildes auf den Projektionsschirm, und er weist erfindungsgemäß die Besonderheit auf, daß er einen im Beleuchtungspfad des Bildgebers angeordneten einstellbaren Justageumlenkspiegel zum Einstellen der Ausleuchtung des Bildgebers umfaßt, der in seinem zweidimensionalen Kippwinkel zum Einstellen des polaren und azimuthalen Winkels des reflektierten Strahles einstellbar ist.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Regeln der Helligkeit des projizierten Bildes eines Projektionsapparates zum Projizieren des Bildes auf einen Projektionsschirm umfassend einen Bildgeber zum Darstellen des Bildes in einem
5 verkleinerten Maßstab, eine Beleuchtungseinheit mit einer Lampe und einer Kondensoroptik bzw. einem fokussierenden Lampenreflektor zum Beleuchten des Bildgebers und eine ein Projektionsobjektiv umfassende Projektionseinrichtung zum vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber
10 dargestellten Bildes auf den Projektionsschirm, weist die Besonderheit auf, daß zum Einstellen der Ausleuchtung des Bildgebers im Beleuchtungspfad des Bildgebers ein einstellbarer Justageumlenkspiegel angeordnet wird, der in seinem zweidimensionalen Kippwinkel zum Einstellen des
15 polaren und azimutalen Winkels des reflektierten Strahles eingestellt wird.

Im Rahmen der Erfindung hat sich herausgestellt, daß mittels eines solchen Spiegels die Optimierung der Ausleuchtung des Bildgebers in besonders vorteilhafter Weise möglich ist. Mittels der Erfindung ist eine einfache Einstellung und Justage des von der Beleuchtungseinheit auf den Bildgeber gelangenden Lichtstromes möglich, und sie ist die Grundlage für darüber hinaus erzielbare Verbesserungen.
25

Nach einem besonders vorteilhaften zusätzlichen Merkmal wird vorgeschlagen, daß der Justageumlenkspiegel zwischen der Kondensoroptik der Beleuchtungseinheit bzw. einem
30 fokussierenden Lampenreflektor und dem Bildgeber angeordnet ist. Dabei kann vorteilhafterweise zusätzlich vorgesehen sein, daß zwischen dem Justageumlenkspiegel und dem Bildgeber weitere Elemente der Kondensoroptik zum Beleuchten des Bildgebers angeordnet sind.

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft in Projektions-
apparaten verwendbar, die eine räumliche Lichtmischein-
richtung zum Ausgleichen örtlicher Unterschiede in der
Helligkeitsverteilung aufweisen. Derartige Lichtmischein-
richtungen zur Erzielung einer homogenen oder homogeni-
5 sierten Ausleuchtung sind im Stand der Technik bekannt.
Bevorzugt kommt hierbei eine räumliche Lichtmischeinrich-
tung zum Einsatz, die sich in Ausbreitungsrichtung des
Lichtes erstreckt, insbesondere ein Lichtmischstab.
10 Lichtmischstäbe sind im Stand der Technik bekannt. In
diesem Zusammenhang wird das Dokument US 5,625,738 in
bezug genommen, wobei sowohl hohle, d.h. auf
Oberflächenreflexion beruhende wie auch massive, d.h. auf
interne Totalreflexion beruhende Lichtmischstäbe verwen-
15 det werden können. Bekannte Ausführungsformen umfassen
z.B. Hohlmischstäbe (siehe z.B. US 5,625,738) und Voll-
mischstäbe (siehe z.B. DE 10103099 A1).

Die auch als Integrationsgrad bezeichnete Homogenisie-
20 rungswirkung eines Lichtmischstabes hängt bei gegebener
Winkelverteilung der Beleuchtung vom Verhältnis der Länge
zum Querschnitt ab. Je größer dieses Verhältnis ist,
desto höher ist der Integrationsgrad. Bei einer Beleuch-
tung mit Blendenzahl f im Bereich 1 bis 1.5 beträgt das
25 Verhältnis für einem üblichen Lichtmischstab etwa 5 bis
10 bei einer Länge von 50 mm. Ein hochintegrierender
Mischstab hat etwa die doppelte Länge, d.h. ein Verhält-
nis von 10 bis 20. Da sich bei einer Vergrößerung des
Verhältnisses die mittlere Zahl der Reflexionen im Inne-
30 ren des Lichtmischstabes vergrößert, entstehen dabei bei
Verwendung von hohlen Lichtmischstäben mit metallischer
Reflexionschicht höhere Reflexionsverluste und damit eine
geringere Lichtausbeute. Aus diesem Grund und wegen des
praktisch zur Verfügung stehenden Platzes für den Einbau

des Lichtmischstabes ist daher der in der Praxis erzielbare Integrationsgrad beschränkt.

5 Eine vorteilhafte Weiterbildung kann darin bestehen, daß der Projektionsapparat einen Beleuchtungssensor zum Ermitteln der Intensität der Beleuchtung des Bildgebers durch die Beleuchtungseinheit umfaßt. Dieser Beleuchtungssensor ist vorzugsweise so angeordnet, daß mit ihm die Beleuchtungslichtstärke unabhängig vom Bildinhalt
10 bestimmt werden kann. Mit den Meßwerten eines solchen Beleuchtungssensor ist es möglich, das projizierte Bild bzw. den Projektionsapparat in einfacher Weise zu justieren und abzugleichen.

15 Eine andere vorteilhafte Ausbildung kann darin bestehen, daß die Beleuchtungseinheit in einem Beleuchtungsmodul und die Projektionseinrichtung in einem separaten Projektionsmodul angeordnet sind. Unter einem Modul wird in diesem Zusammenhang ein austauschbares, komplexes Teil
20 des Projektionsapparates verstanden, das eine geschlossene Funktionseinheit bildet. Es umfaßt eine eigenständige mechanische Grundkonstruktion, beispielsweise einen Profilrahmen, gegebenenfalls ein Gehäuse und ist getrennt montierbar und justierbar.

25 Die erfindungsgemäße Ausbildung eines Projektionsapparates mit einem Justageumlenkspiegel schafft dabei die Voraussetzung dafür, die Module in für die Praxis besonders vorteilhafter Anordnung auszubilden, wodurch insbesondere die mechanisch-optische Justage des Projektionsmoduls und Servicearbeiten an dem Beleuchtungsmodul unter
30 Beibehaltung einer hohen Lichtausbeute vereinfacht werden.

Besondere praktische Vorteile der Erfindung ergeben sich daraus, daß der Helligkeitsabgleich in einfacher Weise, schnell und unkompliziert, erforderlichenfalls auch im laufenden Betrieb durchgeführt werden kann. Ferner ist es
5 vorteilhaft, daß in einer weiteren Ausbildung der Erfindung keine zusätzlichen Meßgeräte oder Einsätze geschulten Personals erforderlich sind, weil der Abgleich automatisch erfolgen kann. Aus diesem Grund ist auch keine wesentliche Störung oder Unterbrechung des lau-
10 fenden Betriebes erforderlich, und auch bei der Verwendung von Beleuchtungseinheiten mit einem Doppellampenmodul zur Gewährleistung des unterbrechungsfreien Betriebs im Fall des Ausfalls einer Lampe durch Umschalten auf die zweite Lampe ist der Abgleich sofort möglich.

15 Mit der Erfindung werden somit Ziele erreicht, um die die Fachwelt sich schon lange bemüht hat. Um dabei besonders gute Ergebnisse erzielen zu können, werden bevorzugt die nachfolgenden Maßnahmen einzeln oder in Kombination miteinander
20 eingesetzt.

Die erfindungsgemäße Anordnung eines Justageumlenkspiegels ist besonders vorteilhaft bei Projektionsapparaten einsetzbar, bei denen der Bildgeber pixelweise steuerbar
25 ist und der Projektionsapparat zur Realisierung der zeitsequentiellen additiven Farbmischung ein zeitlich variables Farbfilter - im folgenden dynamisches Farbfilter genannt - zur Erzeugung primärer Farben enthält. Dabei ist der Bildgeber bevorzugt ein Digital-Micromirror-
30 Device (DMD). Eine bevorzugte Ausführungsform eines dynamischen Farbfilters ist ein sich drehendes Farbrad.

Viele kommerziell erhältliche Projektionsapparate, beispielsweise Video-Projektionseinrichtungen, benutzen
35 separate Kanäle für jede der drei Primärfarben. Ein sol-

ches System erfordert für jede Primärfarbe einen Bildgeber und optische Strecken, die pixelgenau auf den Schirm konvergieren müssen. Neuartige Projektionsapparate verwenden nur einen Bildgeber auf Basis der zeitsequentiellen additiven Farbmischung, wobei das gesamte Bild in
 5 drei einfarbige Teilbilder bezüglich der Grundfarben rot, grün und blau zerlegt wird. Der Bildgeber wird sequentiell mit den Primärfarben beleuchtet. Dabei werden die darzustellenden Bilddaten entsprechend der gerade den
 10 Bildgeber erreichenden Farbe an den Bildgeber geleitet. Das Auge fügt die farbigen Teilbilder zu einem einzigen Vollfarbenbild zusammen. Das Auge fügt ebenfalls aufeinanderfolgende Videobilder und Videoteilbilder zu einem Vollbewegungsbild zusammen.

15 Ein solches System erfordert eine Einrichtung zum sequentiellen Beleuchten des Bildgebers mit primären Farben. Die einfachste Einrichtung eines hierzu geeigneten dynamischen Farbfilters ist ein sich drehendes Farbrad, das
 20 dazu dient, die gerade gewünschte Farbe aus dem weißen Spektrum einer Beleuchtungseinheit auszufiltern.

Derartige Farbräder zum Ändern der Farbe des von der Projektionslampe ausgekoppelten Lichtes werden im allgemeinen aus dichroitischen Filtern hergestellt. Die Filter
 25 weisen aber herstellungsbedingt Abweichungen in ihrer spektralen Filtercharakteristik auf, die sich darin äußern, daß sich die Kantenlagen der Filter unterscheiden. Infolge dessen gibt es Unterschiede in der Wahrnehmung der Grundfarben sowie der Mischfarben.
 30

Die derzeit im Zusammenhang mit der zeitsequentiellen Bilderzeugung verwendeten Bildgeber sind sogenannte Digital-Micromirror-Devices, die beispielsweise in dem Patent
 35 US 5,079,544 beschrieben sind. Sie umfassen eine Anord-

nung kleiner bewegbarer Spiegel zum Ablenken eines Lichtstrahls entweder zu der Projektionslinse (ein) oder weg von der Projektionslinse (aus). Durch schnelles Ein- und Ausschalten der von den Spiegeln dargestellten Pixel kann
5 eine Grauskala erzielt werden. Die Verwendung von DMDs zum Digitalisieren von Licht ist auch unter der Bezeichnung DLP (Digital Light Processing) bekannt. Ein DLP-Projektionssystem umfaßt eine Lichtquelle, optische Elemente, Farbfilter, eine digitale Steuerung und Formatierung,
10 ein DMD und eine Projektionslinse.

Als Bildgeber bei der zeitsequentiellen additiven Farbmischung wird bevorzugt ein Digital-Micromirror-Device (DMD) verwendet. Es sind aber auch andere, beispielsweise
15 eingangs genannte Bildgeber im Rahmen der Erfindung verwendbar.

Das dynamische Farbfilter zur zeitsequentiellen Erzeugung von Primärfarben ist vorteilhafterweise ein Farbrad.
20 Andere, derzeit oder künftig verfügbare entsprechende Einrichtungen können jedoch im Rahmen der Erfindung ebenfalls verwendet werden.

Insbesondere bei solchen Projektionsapparaten mit einer
25 zeitsequentiellen Farbmischung ist es bekannt, räumlichen Lichtmischeinrichtungen in Form eines Lichtmischstabes zu verwenden. Mit der Erfindung ist es möglich, die Einkopplung von Licht in den Lichtmischstab zu verbessern und dabei die Justage zu erleichtern.

30 Die Erfindung kann aber nicht nur für DLP Bildgeber (1chip), d.h. im Zusammenhang mit einem Farbrad verwendet werden. Auch 3chip (auf Basis LCD oder DMD) Lösungen sind denkbar. Hier würde kein Farbrad verwendet werden. Die
35 Farbaufspaltung erfolgt dann hinter dem Lichtmischstab.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand in den Figuren dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Darin beschriebene Besonderheiten können einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden, um bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung zu schaffen. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung von Komponenten eines Projektionsapparates nach dem Stand der Technik,
- 10 Fig. 2 das Justieren des Projektionsapparates von Figur 1,
- Fig. 3 die Kondensoroptik und den Lichtmischstab von Figur 1,
- Fig. 4 die Lichteintrittsfläche des Lichtmischstabes von Figur 3,
- 15 Fig. 5 die Helligkeitsverteilung am Ausgang des Lichtmischstabes von Figur 3,
- Fig. 6 einen erfindungsgemäßen Justageumlenkspiegel mit Lichtmischstab,
- 20 Fig. 7 die Lichteintrittsfläche des Lichtmischstabes von Figur 6 ohne Korrektur,
- Fig. 8 die Helligkeitsverteilung am Ausgang des Lichtmischstabes gemäß Figur 7,
- Fig. 9 die Lichteintrittsfläche des Lichtmischstabes von Figur 6 mit Korrektur,
- 25 Fig. 10 die Helligkeitsverteilung am Ausgang des Lichtmischstabes gemäß Figur 9,
- Fig. 11 einen erfindungsgemäßen Justageumlenkspiegel mit einem Beleuchtungssensor, Stellelementen und einer Regeleinrichtung,
- 30

Fig. 12 einen erfindungsgemäßen Projektionsapparat mit einem Beleuchtungsmodul und einem Projektionsmodul und

5 Fig. 13 einen Projektionsapparat mit einem Auskoppel-
element.

Die Figur 1 zeigt die optischen Komponenten eines Projektionsapparates 1 nach dem Stand der Technik. Er umfaßt eine Beleuchtungseinheit 2 mit einer Lampe 3 als Licht-
10 quelle, vorzugsweise einer Entladungslampe, und einer Kondensoroptik 4. Im Strahlengang folgt ein dynamisches Farbfilter 5 in Form eines Farbrades 6 und eine räumliche Lichtmischeinrichtung 7 in Form eines sich in Ausbrei-
tungsrichtung des Lichtes erstreckenden Lichtmischstabes
15 8. Die Lichteintrittsfläche 13 des Lichtmischstabes 8 befindet sich in der oder in unmittelbarer Nähe der Fokalebene der Kondensoroptik 4 bzw. der Fokalebene eines fokussierenden Lampenreflektors. Das an der Licht-
austrittsfläche 14 des Lichtmischstabes 8 austretende
20 Licht wird mittels einer Abbildungsoptik 9, die auch als Relay-Optik bezeichnet wird, auf einen Bildgeber 11 abgebildet.

Das von dem Bildgeber 11 erzeugte Bild wird mittels eines
25 Projektionsobjektives 12 einer Projektionseinrichtung 10 vergrößert auf einen nicht dargestellten Projektions-
schirm abgebildet, projiziert also das vom Bildgeber 11 in Transmission oder Reflexion erzeugte Bild auf einen
nicht dargestellten Projektionsschirm. In einem bevorzug-
30 ten Anwendungsfall der Erfindung ist der Projektionsapparat 1 ein Rückprojektionsapparat, und das von dem Projektionsobjektiv 12 projizierte Bild ist ein Teilbild einer
mehrere Projektionsapparate oder Rückprojektionsapparate enthaltenden Bildwand.

Das projizierte Bild wird mittels des Verfahrens der zeitsequentiellen Mischung aus aufeinanderfolgenden monochromen Teilbildern in den Primärfarben rot, grün und blau aufgebaut. Die Sequenz kann auch ein viertes Teil-

5 bild in schwarz/weiß enthalten, daß zur Erhöhung der Bildhelligkeit zugemischt wird. Die Sequenz der Teilbilder folgt in einer ausreichend hohen Geschwindigkeit, so daß das Auge dem Farbwechsel nicht folgen kann und eine physiologische Farbmischung stattfindet.

10

Das Farbrad 6 dient dazu, aus dem weißen Licht der Lampe 3 die Primärfarben rot, grün und blau zur Ausleuchtung des Bildgebers 11 zu erzeugen. Der Bildgeber 11 ist vor-

15 zugsweise ein DMD. Bei entsprechender Synchronisierung kann der Bildgeber 11 die monochromen Teilbilder erzeugen, die von dem Auge des Betrachters des projizierten Bildes zusammengesetzt werden.

Das Licht der Lampe 3 wird mittels der Kondensoroptik 4

20 auf den Eintritt des Lichtmischstabes 8 fokussiert. Das sich drehende Farbrad 6 weist unterschiedlich farbige Segmente in den Primärfarben auf, die je nach Drehstellung des Farbrades 6 die Spektralanteile der Lampe 3 entsprechend dem gerade im Strahlengang befindlichen Far-

25 filter transmittieren. Der Lichtmischstab 8 sorgt für eine Homogenisierung der Ausleuchtung, und die Abbildungsoptik 9 bildet die Lichtverteilung am Ausgang des Lichtmischstabes 8 auf den Bildgeber 11 ab. Das Farbrad 6 ist in der Nähe des Ein- oder des Ausgangs des Licht-

30 mischstabes 8 angeordnet.

Die Grundhelligkeit des projizierten Bildes, d.h. die Helligkeit eines Bildes bei vollweißem Bildinhalt, hängt von der Leuchtdichte am Ort des Bildgebers 11 ab. Auf-

35 grund der eingangs genannten Probleme ist es daher

gewünscht, die Leuchtdichte am Ort des Bildgebers 11 zu optimieren. Zur Einstellung der Helligkeit im praktischen Betrieb können dann Blenden 15 oder andere Methoden eingesetzt werden.

5

Wie eingangs erläutert muß die Einstellung und Justage der optischen Komponenten in Figur 1 zur Erzielung einer hohen Lichtausbeute und präzisen Abbildung hochgenau sein. In Figur 2 ist dies an einem Projektionsapparat 1
10 nach dem Stand der Technik veranschaulicht, der in sechs Freiheitsgraden auf einen feststehenden Projektionsschirm 17 justiert werden muß. Er umfaßt eine Beleuchtungseinheit 2 und eine Projektionseinrichtung 10. Die Beleuchtungseinheit 2 enthält eine oder mehrere Lampen, die Lam-
15 pentreiber sowie ein oder mehrere Netzgeräte. Sie beansprucht den größten Teil der Projektormasse und des Volumens. Die Projektionseinrichtung 10 enthält neben dem Bildgeber 11 und dem Projektionsobjektiv 12 nur wenige optische Elemente und beansprucht nur einen kleineren
20 Teil der Projektormasse und des Volumens.

Das Massen- bzw. Volumenverhältnis wird künftig durch die Miniaturisierung der Bildgeber 11 noch extremer. Da die für den Dauerbetrieb entwickelten Lampen 3 mit hoher
25 Lebensdauer aufgrund thermischer Randbedingungen nur schwer zu verkleinern sind ist keine wesentliche Miniaturisierung der Beleuchtungseinheit 2 zu erwarten. Der Trend zur Verwendung von Doppellampenlösungen zur Steigerung der Betriebssicherheit fordert sogar eine Vergrößerung der Beleuchtungseinheiten.
30

Die Beleuchtungseinheit 2 und die Projektionseinrichtung 10 sind nach dem Stand der Technik in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Zur Justage wird die gesamte Einheit
35 mittels Justageelementen in sechs Freiheitsgraden ausge-

richtet. Das ist sehr aufwendig und muß im Falle einer Servicemaßnahme erneut durchgeführt werden.

Ein weiteres Problem, das nach dem Stand der Technik nur
5 unzureichend gelöst ist, wird anhand der Figuren 3 bis 5
erläutert. Die Figur 3 zeigt eine Beleuchtungseinheit 2
mit einer Lampe 3 und einer Kondensoroptik 4 sowie einen
Lichtmischstab 8. Zur Erzielung einer hohen Lichtausbeute
ist eine genau Fokussierung auf die Lichteintrittsfläche
10 14 erforderlich.

Die verwendeten Entladungslampen 3 zeigen jedoch typi-
scherweise herstellungsbedingte, betriebsbedingte und
alterungsbedingte Schwankungen in der Position des Entla-
15 dungsbogens 18. In Figur 3 ist zur Veranschaulichung die
Lage eines dejustierten Entladungsbogens 18 eingezeich-
net.

Ohne eine Korrektur der fehlerhaften Lage des Entladungs-
20 bogens 18 ergibt sich eine in Figur 4 veranschaulichte
verschobene Ausleuchtung an der Lichteintrittsfläche 13
des Lichtmischstabes 8. Infolge dessen wird so einerseits
die Einkopplungseffizienz verringert, d.h. es ergibt sich
eine verringerte Gesamthelligkeit des Projektionsap-
25 parates 1. Andererseits führt die unsymmetrische Beleuch-
tung der Lichteintrittsfläche 13 zu einer inhomogenen
Lichtverteilung an der Lichtaustrittsfläche 14.
Dies ist darin begründet, daß die Lichtdurchmischung
infolge der endlichen Länge des Lichtmischstabes 8 stets
30 nur in einem begrenzten Maße erfolgt. Bei gegebener Länge
des Lichtmischstabes 8 ist aus Symmetriegründen die
höchste Homogenität an der Lichtaustrittsfläche 14 nur bei
symmetrischer Ausleuchtung der Lichteintrittsfläche zu
erzielen. Zum Erreichen eines hinreichenden Homogenitäts-
35 grades an der Lichtaustrittsfläche 14 würde unter Berück-

sichtigung einer unsymmetrischen Ausleuchtung der Lichteintrittsfläche 13 ein weitaus längerer und damit in der Praxis nicht verwendbarer Lichtmischstab benötigt werden als bei symmetrischer Ausleuchtung. Die Helligkeit H auf dem Projektionsschirm 17 kann so räumliche Schwankungen wie beispielsweise Helligkeitsverläufe aufweisen.

Die oben erläuterten Nachteile der Einstellung und Korrektur der Helligkeit von Projektionsapparaten nach dem Stand der Technik werden durch die erfindungsgemäße Anordnung eines Justageumlenkspiegels behoben bzw. durch einen solchen Justageumlenkspiegel in weiterer Ausgestaltung ermöglicht. In den Figuren 7 bis 10 ist die Wirkungsweise der Erfindung näher erläutert.

In Figur 7 ist eine Beleuchtungseinheit 2 mit Lampe 3 und Kondensoroptik 4 dargestellt. Ferner ist ein erfindungsgemäßer einstellbarer Justageumlenkspiegel 19 dargestellt. Durch die Verwendung eines Justageumlenkspiegels 19 lassen sich zweierlei Toleranzprobleme gleichzeitig lösen:

- Eine laterale Abweichung des Entladungsbogens 18 von der optischen Achse 21 ergibt eine unsymmetrische Ausleuchtung an der Lichteintrittsfläche 13 des Lichtmischstabes 8 (Figur 7). Infolge dessen ist mit einer inhomogenen Lichtverteilung an der Lichtaustrittsfläche 14 (Figur 8) bei verringerter Gesamteffizienz zu rechnen.

Durch die Anpassung des zweidimensionalen Stellwinkels des Justageumlenkspiegels 19 läßt sich die Ausleuchtung der Lichteintrittsfläche 13 des Lichtmischstabes 8 zentrieren (Figur 9). Es ergibt sich so eine erhöhte Kopplungseffizienz und auch eine weitaus homogenere

Lichtverteilung an der Lichtaustrittsfläche 14 (Figur 10) des Lichtmischstabes 8.

- Die gleiche Problematik ergibt sich auch wenn der Lichtmischstab 8 gegenüber der optischen Achse 21 verschoben oder verkippt ist. Auch in einem solchen Falle
5 läßt sich die Ausleuchtung der Lichteintrittsfläche 13 durch Anpassung des Justageumlenkspiegels 19 zentrieren und so die Effizienz und Homogenität der Lichtübertragung verbessern. Dies schafft die Grundlage
10 dafür, in weiterer Gestaltung der Erfindung die Beleuchtungseinheit 2 und die Projektionseinrichtung 10 mechanisch voneinander zu trennen.

Die Figur 11 veranschaulicht eine bevorzugte Ausführungsform eines Projektionsapparates 1 mit einem Beleuchtungssensor 16 zum Ermitteln der Intensität der Beleuchtung
15 des Bildgebers 11 durch die Beleuchtungseinheit 2, vorzugsweise unabhängig vom Bildinhalt. Der Beleuchtungssensor 16 befindet sich hinter dem Lichtmischstab 8 und
20 weist die an der Austrittsfläche 14 des Lichtmischstabes 8 austretende Lichtmenge nach. Das Sensorsignal gibt daher Auskunft über die Effizienz, mit der das Licht der Lampe 3 in den Lichtmischstab 8 eingekoppelt wird. Durch
eine Auswertung des Sensorsignales mittels einer Datenauswertung 20 läßt sich eine Regelschleife zur Einstellung
25 des zweidimensionalen Winkels des Justageumlenkspiegels 19 realisieren. Der Justageumlenkspiegels 19 wird dabei durch eine Motorsteuerung 22 und antreibbare Stell-
elemente, z.B. zwei Stellmotoren 23 oder zwei sonstige
30 Aktuatoren in Abhängigkeit von dem Signal des Beleuchtungssensors 16 bezüglich seines Stellwinkels verkippt.

Die Justage des Justageumlenkspiegels kann automatisiert von der Regeleinrichtung durchgeführt werden, um eine
35 optimale Helligkeit des projizierten Bildes zu erzielen..

Dabei kann beispielsweise eine automatische Scan der Winkeleinstellungen des Justageumlenkspiegels 19 durchgeführt werden, um ein Optimum zu ermitteln oder sich diesem iterativ zu nähern.

5

Um dabei die Empfindlichkeit für das Auffinden einer optimalen Einstellung zu verbessern, können nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal ein oder mehrere in den Strahlengang einführbare Blenden, vorzugsweise zwei quer zueinander orientierte Schlitzblenden vorgesehen sein. Die Blenden können dabei im Strahlengang vor oder hinter dem Justageumlenkspiegels 19 angeordnet sein.

Die Figur 12 veranschaulicht eine besonders vorteilhafte Weiterbildung eines Projektionsapparates 1, bei dem die Beleuchtungseinheit 2 in einem Beleuchtungsmodul 24 und die Projektionseinrichtung in einem separaten Projektionsmodul 25 angeordnet sind. Dabei sind vorteilhafterweise der Bildgeber 11 und das Projektionsobjektiv 12 in dem Projektionsmodul 25 angeordnet, wogegen der Justageumlenkspiegel 19 und die Kondensoroptik 4 der Beleuchtungseinheit 2 in dem Beleuchtungsmodul 24 angeordnet sind. Falls weitere Kondensorlinsen vorgesehen sind, werden diese bevorzugt in dem Projektionsmodul 25 angeordnet.

Insbesondere kann vorgesehen sein, daß das Beleuchtungsmodul 24 zwei oder mehrere Lampen zum Aufrechterhalten des laufenden Betriebes im Fall eines Lampendefekts beinhaltet, daß das Beleuchtungsmodul 24 einen für die Spannungsversorgung der Lampe 3 erforderlichen elektronischen Lampentreiber und ein Netzgerät beinhaltet, daß das Beleuchtungsmodul 24 ein größeres Volumen als das Projektionsmodul 25 hat oder daß das Beleuchtungsmodul 24 eine größere Masse als das Projektionsmodul 25 hat.

Ein derartiger, getrennte Module 24, 25 aufweisender Projektionsapparat 1 ist besonders einfach justierbar, wie weiter oben erläutert wurde. Vorteilhafterweise ist
 5 hierzu vorgesehen, daß er Justagemittel zum Fein-Justieren des projizierten Bildes umfaßt, mittels der die Lage des Projektionsmoduls 25 in dem Projektionsapparat 1 einstellbar ist, und daß das Beleuchtungsmodul 24 eine feste Position in dem Projektionsapparat 1 hat oder daß es
 10 Justagemittel zum Grob-Justieren der Lage des Beleuchtungsmoduls 25 in dem Projektionsapparat 1 umfaßt.

Der Verwendung des einstellbaren Justageumlenkspiegels 19 erlaubt die mechanische Trennung von Beleuchtungseinheit
 15 2 und Projektionseinrichtung 10 in getrennte Module 24, 25. Das massivere Beleuchtungsmodul 24 kann bei der Installation eines Projektionsapparates, beispielsweise in einem Modul einer Bildwand, an einer fixierten Position verbleiben, während das kleinere Projektionsmodul 25
 20 in den sechs Freiheitsgraden gegenüber dem fixierten Projektionsschirm 17 justiert wird.

Dies hat folgende Vorteile:

- Aufgrund der geringeren zu justierenden Masse kann die
 25 Justagemechanik weitaus weniger massiv und weniger aufwendig, d.h. kostengünstiger ausgelegt werden.
- Die Justage ist für das mit der Installation beauftragte Personal vereinfacht.
- Die meisten service-relevanten Baugruppen können in
 30 dem fixierten Beleuchtungsmodul 24 untergebracht sein. Eine Dejustage des Projektionsmoduls 25 und die erforderliche Neujustage werden somit im Servicefall weit-
 aus weniger wahrscheinlich.

- Die Modularität von Beleuchtungsmodul 24 und Projektionsmodul 25 ermöglicht ferner beispielsweise einen Komplettaustausch der Beleuchtungsmoduls 24 bei justiert verbleibender Projektionseinrichtung 10 in dem Projektionsmodul 25, so daß nach dem Durchführen einer Servicemaßnahme an dem Beleuchtungsmodul 24 das Beleuchtungsmodul 24 oder ein ausgetauschtes Beleuchtungsmodul in den Projektionsapparat 1 einsetzbar und das projizierte Bild abgleichbar ist, ohne daß dabei eine Justage des Projektionsmoduls 25 erforderlich ist.

Die Figur 13 veranschaulicht eine weitere vorteilhafte Ausführungsform eines Projektionsapparates 1, bei dem zwischen dem Justageumlenkspiegel 19 und dem Bildgeber 11 ein weiterer Beleuchtungskondensor zum Beleuchten des Bildgebers 11 angeordnet sein kann und der eine räumliche Lichtmischeinrichtung 7 in Form eines Lichtmischstabes 8 zum Ausgleichen örtlicher Unterschiede in der Helligkeitsverteilung aufweist.

Der Justageumlenkspiegel 19 ist zwischen dem Kondensor 4 der Beleuchtungseinheit 2 und der Lichteintrittsfläche 13 der räumlichen Lichtmischeinrichtung 7 angeordnet. Der Projektionsapparat 1 weist ferner ein optisches Auskoppелеlement 26 zum Auskoppeln eines Teils des von der Beleuchtungseinheit 2 zur Beleuchtung des Bildgebers 11 erzeugten Lichtstromes auf, das im Beleuchtungspfad zwischen der Beleuchtungseinheit 2 und dem Bildgeber 11 angeordnet ist. Vorzugsweise ist das Auskoppелеlement 26 zwischen der Lichtaustrittsfläche 14 des Lichtmischstabes 8 und dem Bildgeber 11 angeordnet. Eine bevorzugte Ausführungsform eines Auskoppелеlementes 26 ist ein teildurchlässiger Spiegel 27.

Mittels des teildurchlässigen Spiegels 27 wird das Licht für den Beleuchtungssensor 16 (vergleiche Figur 11) ausgekoppelt. Dabei kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, daß der Beleuchtungssensor 16 in einer optischen Ebene 28
 5 angeordnet ist, die zu der Ausleuchtungsebene 29 des Bildgebers 11 korrespondiert, daß die korrespondierenden Ebenen 28, 29 ein Abbild des Ausgangs der räumlichen Lichtmischeinrichtung 7 enthalten und daß der Projektionsapparat 1 eine Sensoroptik 30 umfaßt, mittels der
 10 auf dem Beleuchtungssensor 16 ein verkleinertes Abbild des Ausleuchtungsmusters des Bildgebers 11 erzeugt wird

Die Erfindung weist u.a. folgende Vorteile auf. Durch die Verwendung des Justageumlenkspiegels 19

- 15 - läßt sich die Lichtausbeute bei den derzeit gegebenen Lampentoleranzen maximieren. Die Schwankung der Lichtausbeute zwischen einzelnen Projektionsapparaten läßt sich minimieren. Dies führt effektiv zu einer erhöhten Gesamtlichtausbeute in einer Bildwand.
- 20 - wird der Lichtstrahl relativ zum Lichtmischstab 8 zentriert, was zu einer erhöhten Homogenität der Bildausleuchtung führt.
- lassen sich auch bei kürzeren Lichtmischstäben 8 ausreichende Homogenitäten der Ausleuchtung erzielen.
- 25 - kann auf eine Selektion der verwendeten Lampen 3 verzichtet werden.
- ist es möglich, die Projektionseinrichtung 10 und die Beleuchtungseinheit 2 mechanisch in separierte Gehäuse bzw. Module 24, 25 zu entkoppeln, wobei das massivere
 30 Beleuchtungsmodul 24 mit der Beleuchtungseinheit 2 unjustiert, fixiert und ortsfest verbleibt und die Justage gegenüber einem feststehenden Projektions-
 schirm 17 ausschließlich durch das kleinere Projektionsmodul 25 erfolgt. Die Justagemechanik kann bei

5 gleicher Präzision weitaus weniger massiv und weniger aufwendig gestaltet werden. Da die servicerelevanten Komponenten, wie beispielsweise Lampe, Lampentreiber und Netzgerät in dem Beleuchtungsmodul 24 enthalten sind, entfällt in der Regel nach einer ausgeführten Wartungsarbeit die Neujustage des Projektionsapparates.

SEC 108/00/DE

Bezugszeichenliste

5	1	Projektionsapparat
	2	Beleuchtungseinheit
	3	Lampe
	4	Kondensoroptik
	5	Dynamisches Farbfilter
10	6	Farbrad
	7	Räumliche Lichtmischeinrichtung
	8	Lichtmischstab
	9	Abbildungsoptik
	10	Projektionseinrichtung
15	11	Bildgeber
	12	Projektionsobjektiv
	13	Lichteintrittsfläche zu 8
	14	Lichtaustrittsfläche zu 8
	15	Blende
20	16	Beleuchtungssensor
	17	Projektionsschirm
	18	Entladungsbogen
	19	Justageumlenkspiegel
	20	Datenauswertung
25	21	Optische Achse
	22	Motorsteuerung
	23	Stellmotor
	24	Beleuchtungsmodul
	25	Projektionsmodul
30	26	Auskoppelement
	27	Teildurchlässiger Spiegel
	28	Ebene zu 16
	29	Ebene zu 11
	30	Sensoroptik
35	H	Bildhelligkeit

SEC 108/00/DE

Ansprüche

5

1. Projektionsapparat (1) zum Projizieren eines Bildes auf einen Projektionsschirm (17), umfassend
einen Bildgeber (11) zum Darstellen des Bildes in
10 einem verkleinerten Maßstab,
eine Beleuchtungseinheit (2) mit einer Lampe (3) und einer Kondensoroptik (4) bzw. einem fokussierenden Lampenreflektor zum Beleuchten des Bildgebers (11), und
15 eine ein Projektionsobjektiv (12) umfassende Projektionseinrichtung (10) zum vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber (11) dargestellten Bildes auf den Projektionsschirm (17),
dadurch gekennzeichnet, daß
20 er einen im Beleuchtungspfad des Bildgebers (11) angeordneten einstellbaren Justageumlenkspiegel (19) zum Einstellen der Ausleuchtung des Bildgebers (11) umfaßt, der in seinem zweidimensionalen Kippwinkel zum Einstellen des polaren und azimutalen Winkels des reflektierten Strahles einstellbar ist.
25
2. Projektionsapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Justageumlenkspiegel (19) zwischen der Kondensoroptik (4) der
30 Beleuchtungseinheit (2) bzw. einem fokussierenden Lampenreflektor und dem Bildgeber (11) angeordnet ist.

3. Projektionsapparat (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Justageumlenkspiegel (19) und dem Bildgeber (11) weitere Kondensorlinsen zum Beleuchten des Bildgebers (11) angeordnet sind.
- 5
4. Projektionsapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er eine räumliche Lichtmischeinrichtung (7) zum Ausgleichen örtlicher Unterschiede in der Helligkeitsverteilung aufweist.
- 10
5. Projektionsapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichteintrittsfläche (13) der räumlichen Lichtmischeinrichtung (7) in der oder in unmittelbarer Nähe der Fokalebene des Kondensors (4) der Beleuchtungseinheit (2) bzw. eines fokussierenden Lampenreflektors angeordnet ist.
- 15
- 20
6. Projektionsapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die räumliche Lichtmischeinrichtung (7) eine sich in Ausbreitungsrichtung des Lichtes erstreckende Vorrichtung, insbesondere ein Lichtmischstab (8) ist.
- 25
7. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Justageumlenkspiegel (19) zwischen dem Kondensor (4) der Beleuchtungseinheit (2) bzw. einem fokussierenden Lampenreflektor und der Lichteintrittsfläche (13) der räumlichen Lichtmischeinrichtung (7) angeordnet ist.
- 30
8. Projektionsapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er einen
- 35

Beleuchtungssensor (16) zum Ermitteln der Intensität der Beleuchtung des Bildgebers (11) durch die Beleuchtungseinheit (2) umfaßt.

- 5 9. Projektionsapparat (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß er ein optisches Auskoppellement (26) zum Auskoppeln eines Teils des von der Beleuchtungseinheit (2) zur Beleuchtung des Bildgebers (2) erzeugten Lichtstromes
10 umfaßt, das im Beleuchtungspfad zwischen der Beleuchtungseinheit (2) und dem Bildgeber (11) angeordnet ist.
10. Projektionsapparat (1) nach Anspruch 9, dadurch
15 gekennzeichnet, daß das Auskoppellement (26) zwischen dem Ausgang der räumlichen Lichtmischeinrichtung (7) und dem Bildgeber (11) angeordnet ist.
11. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 9 bis
20 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Auskoppellement (26) ein teildurchlässiger Spiegel (27) ist.
12. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 8 bis
25 11, dadurch gekennzeichnet, daß er antreibbare Stellenelemente (23) zum Einstellen der Lage des Justageumlenkspiegels (19) und eine Regeleinrichtung umfaßt, mittels der die Lage des Justageumlenkspiegels (19) in Abhängigkeit von dem Signal des Beleuchtungssensors (16) justierbar ist.
- 30 13. Projektionsapparat (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Justage des Justageumlenkspiegels (19) automatisiert von der Regeleinrichtung durchgeführt wird.
- 35

14. Projektionsapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er ein oder mehrere in den Strahlengang einführbare Blenden, vorzugsweise zwei quer zueinander orientierte Schlitzblenden, zum Einstellen des Justageumlenkspiegels (19) umfaßt.

15. Projektionsapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinheit (2) in einem Beleuchtungsmodul (24) und die Projektionseinrichtung (10) in einem separaten Projektionsmodul (25) angeordnet sind.

16. Projektionsapparat nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildgeber (11) und das Projektionsobjektiv (12) in dem Projektionsmodul (25) angeordnet sind.

17. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Justageumlenkspiegel (19) und die Kondensoroptik (4) der Beleuchtungseinheit (2) bzw. der fokussierende Lampenreflektor in dem Beleuchtungsmodul (24) angeordnet sind.

18. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 17 und nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Kondensorlinsen in dem Projektionsmodul (25) angeordnet sind.

19. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsmodul (24) zwei oder mehrere Lampen beinhaltet.

20. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsmodul (24) einen für den Betrieb der Lampe (3) erforderlichen elektronischen Lampentreiber und ein Netzgerät beinhaltet.
- 5
21. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsmodul (24) ein größeres Volumen als das Projektionsmodul (25) hat.
- 10
22. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsmodul (24) eine größere Masse als das Projektionsmodul (25) hat.
- 15
23. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß er Justagemittel zum Fein-Justieren des projizierten Bildes umfaßt, mittels der die Lage des Projektionsmoduls (25) in dem Projektionsapparat (1) einstellbar ist.
- 20
24. Projektionsapparat (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsmodul (24) eine feste Position in dem Projektionsapparat (1) hat oder daß es Justagemittel zum Grob-Justieren der Lage des Beleuchtungsmoduls (24) in dem Projektionsapparat (1) umfaßt.
- 25
- 30 25. Projektionsapparat (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Durchführen einer Servicemaßnahme an dem Beleuchtungsmodul (24) das Beleuchtungsmodul (24) oder ein ausgetauschtes Beleuchtungsmodul in den Projektionsapparat (1)

einsetzbar ist, ohne daß dabei eine Justage des Projektionsmoduls (25) erforderlich ist.

26. Bildwand, enthaltend mehrere Projektionsapparate (1)
5 nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
27. Verfahren zum Einstellen der Ausleuchtung eines Bildgebers (11) eines Projektionsapparat (1) zum Projizieren eines Bildes auf einen Projektionsschirm (17),
10 umfassend
einen Bildgeber (11) zum Darstellen des Bildes in einem verkleinerten Maßstab,
eine Beleuchtungseinheit (2) mit einer Lampe (3) und einem Kondensor (4) bzw. einem fokussierenden Lampenreflektor zum Beleuchten des Bildgebers (11), und
15 eine ein Projektionsobjektiv (12) umfassende Projektionseinrichtung (10) zum vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber (11) dargestellten Bildes auf den Projektionsschirm (17),
20 dadurch gekennzeichnet, daß
zum Einstellen der Ausleuchtung des Bildgebers (11) im Beleuchtungspfad des Bildgebers (11) ein einstellbarer Justageumlenkspiegel, (19) angeordnet wird, der in seinem zweidimensionalen Kippwinkel zum Einstellen
25 des polaren und azimutalen Winkels des reflektierten Strahles eingestellt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Merkmal eines Projektionsapparates (1)
30 nach einem der Ansprüche 2 bis 25 umfaßt.

SEC 108/00/DE

5

Zusammenfassung

Zum Justieren der optischen Komponenten eines Projektionsapparates (1), insbesondere eines Rückprojektionsapparates einer Bildwand, wobei der Projektionsapparat
10 (1) vorzugsweise einen Lichtmischstab (8) umfaßt, wird vorgeschlagen, im Beleuchtungspfad des Bildgebers (11) einen mittels Stellmotoren (23) einstellbaren Justageumlenkspiegel (19) anzuordnen.

15

(Fig. 13)

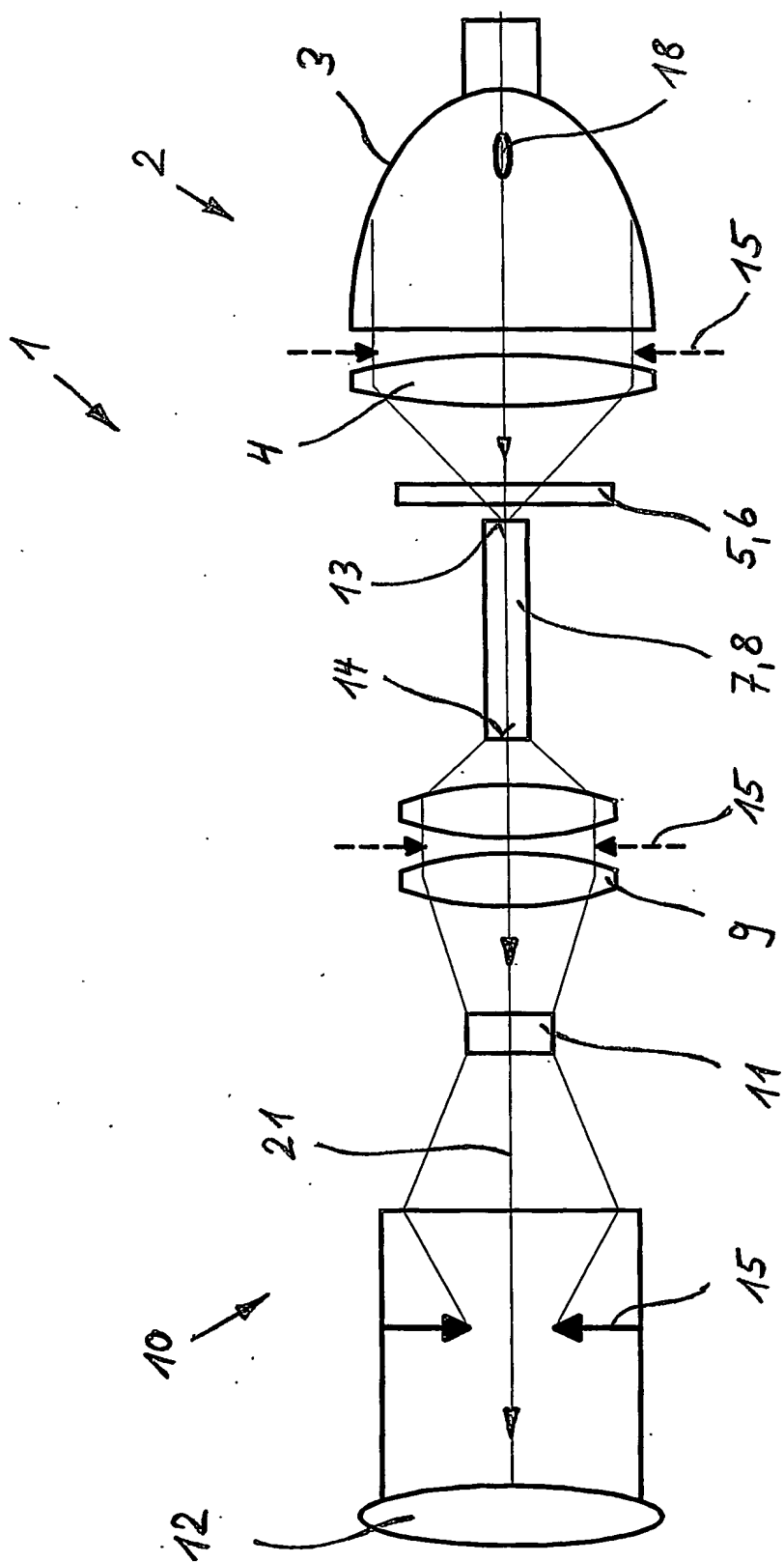


Fig. 1

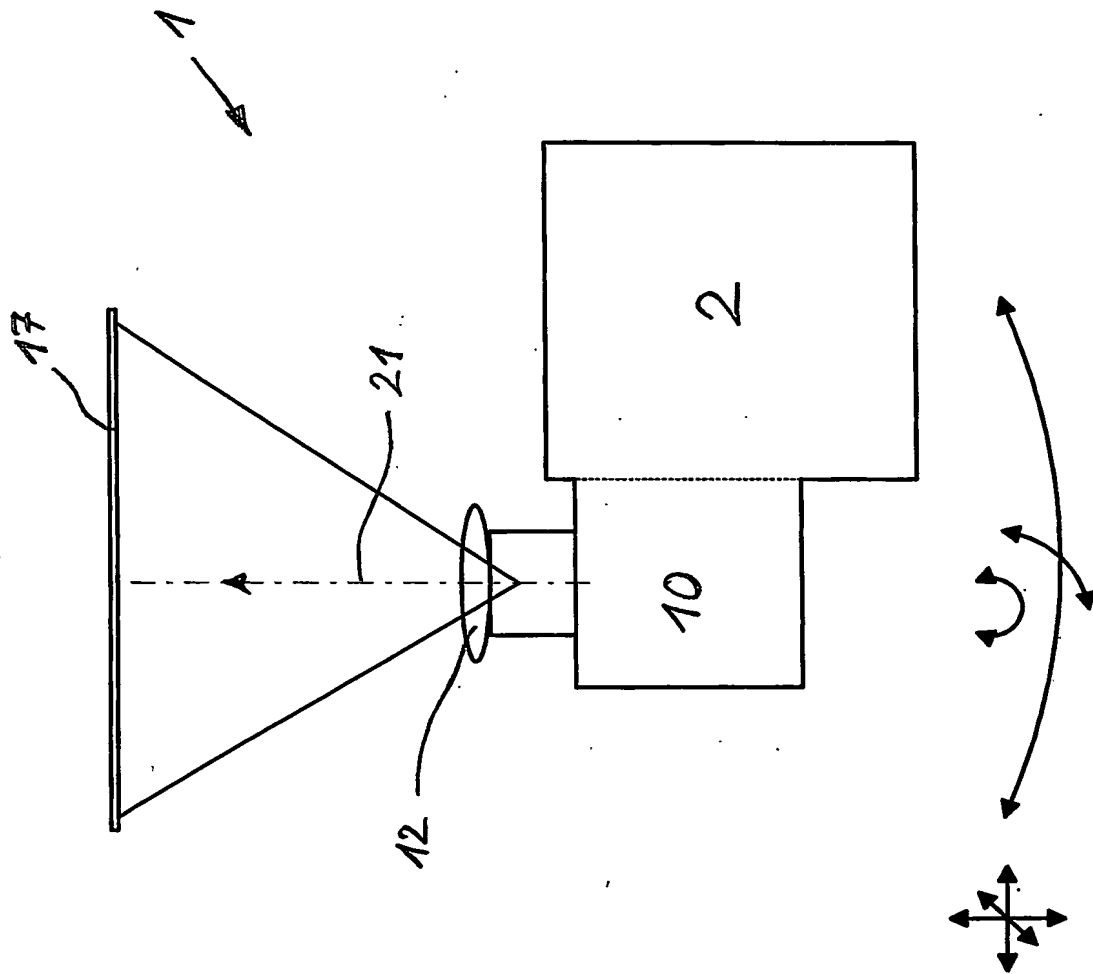


Fig. 2

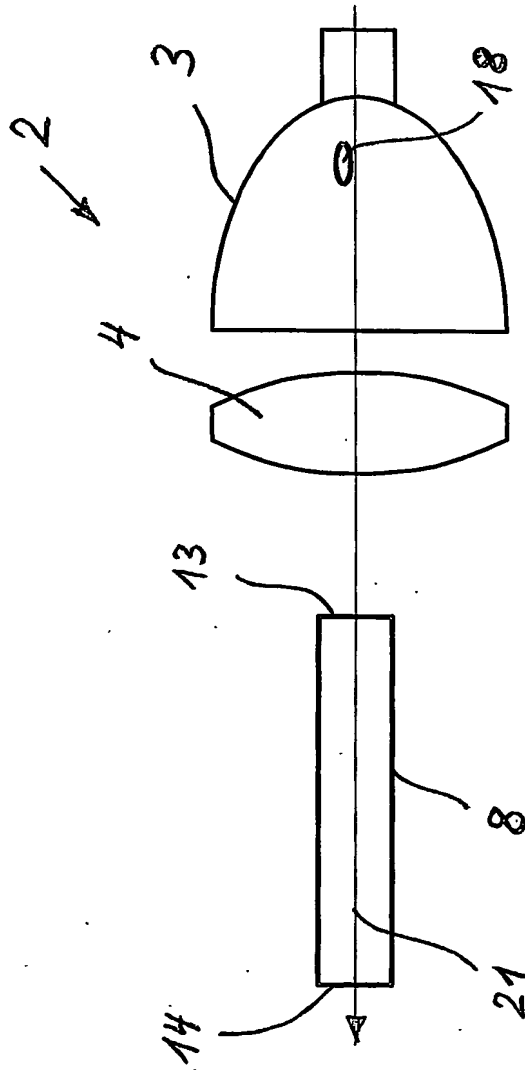


Fig. 3

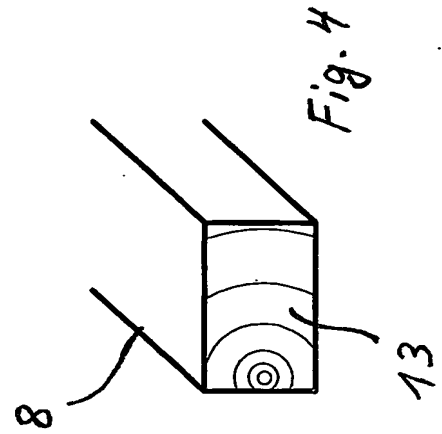


Fig. 4

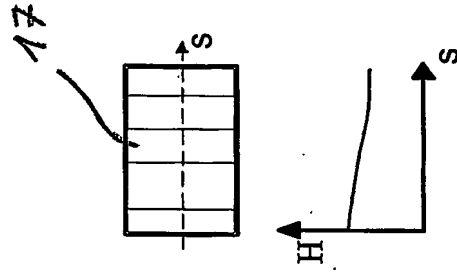
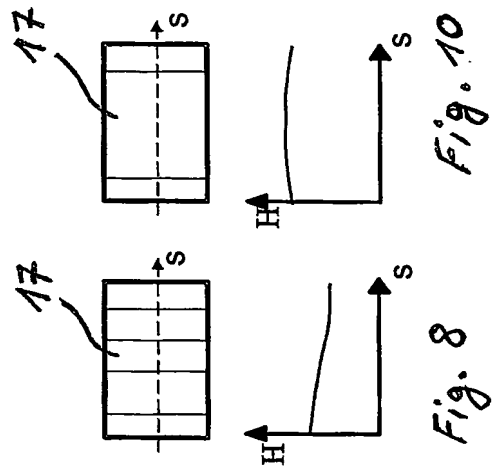
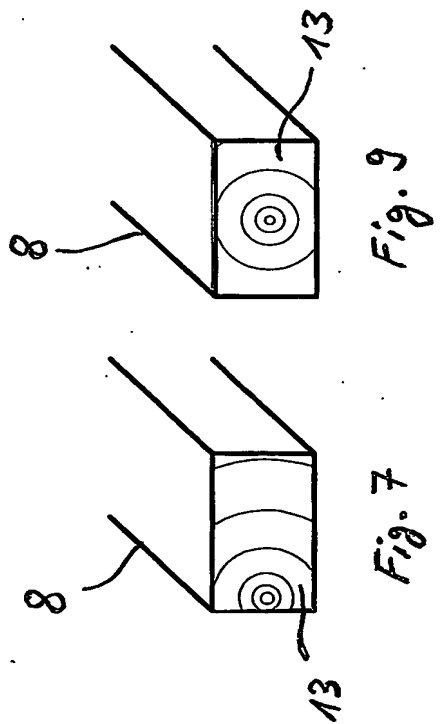
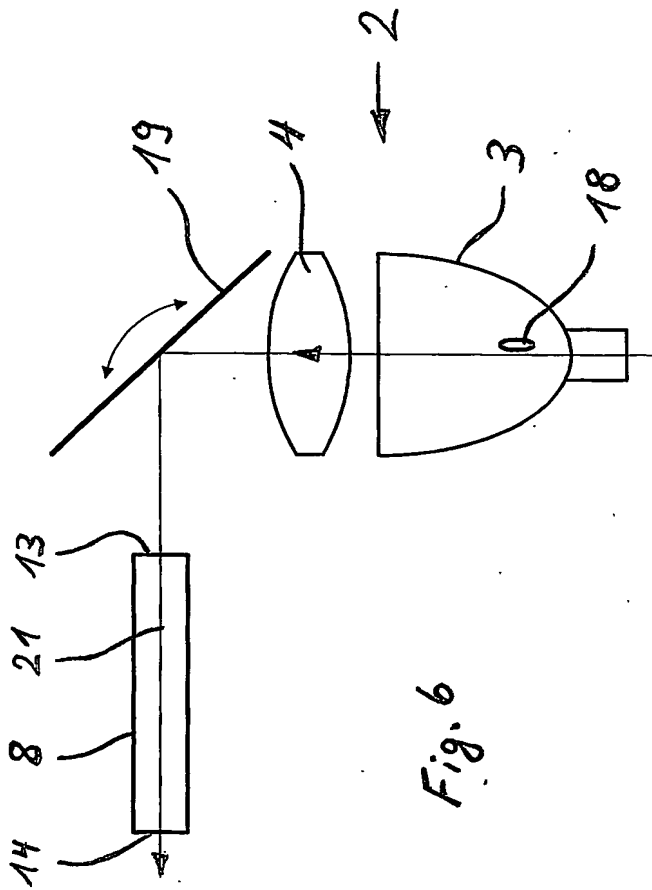


Fig. 5



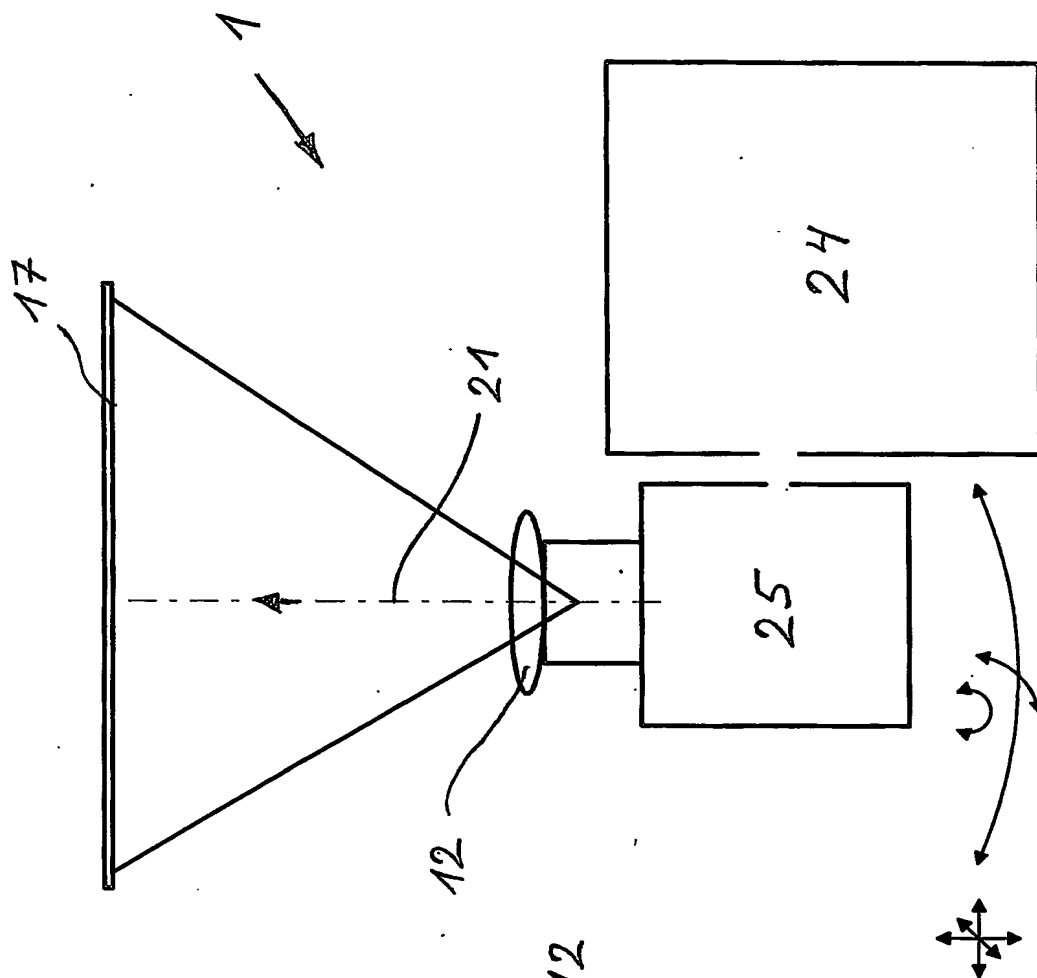


Fig. 12

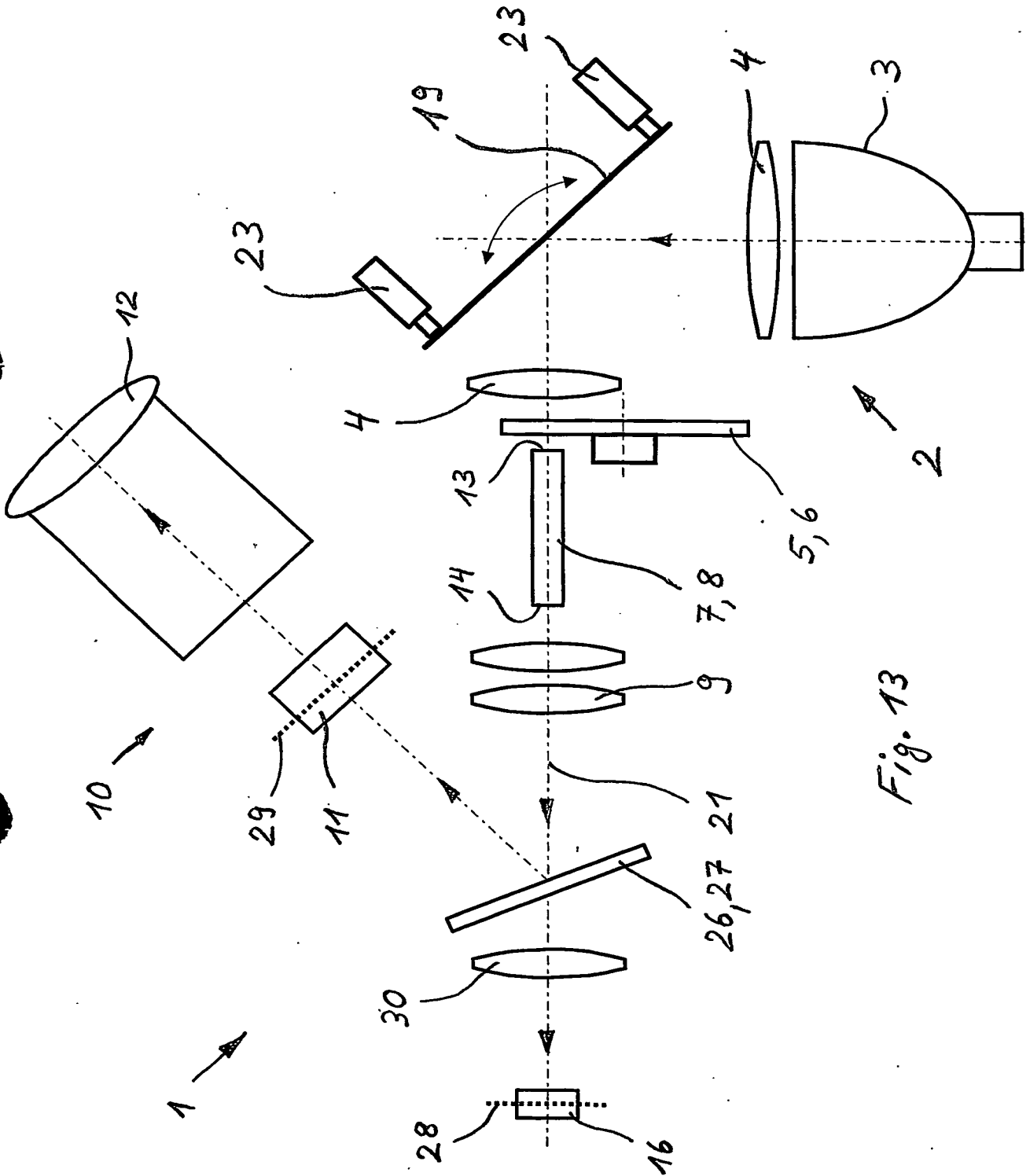


Fig. 13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.